



УДК 621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

RESEARCH OF HOUSEHOLD CONSUMERS ELECTRORECEIVERS MODES

Егоров Александр Олегович, кандидат технических наук, доцент каф. «Автоматизированные электрические системы», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: eao@daes.ustu.ru. Тел.: +7(922)213-23-78

Люханов Егор Анатольевич, студент каф. «Автоматизированные электрические системы», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: ealuhanov@yandex.ru. Тел.: +7(932)614-08-84

Поспелова Мария Владимировна, студентка каф. «Автоматизированные электрические системы», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: pospelova_2102@mail.ru. Тел.: +7(912)211-90-72

Черепанова Мария Дмитриевна, студентка каф. «Электротехника и Электротехнологические системы», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: cherepanovamari@gmail.com. Тел.: +7(904)986-73-80

Alexandr O. Egorov, Cand Sc., Prof., Department «Automated electrical systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: eao@daes.ustu.ru. Ph.: +7(922)213-23-78

Egor A. Lyukhanov, student, Department «Automated electrical systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: ealuhanov@yandex.ru. Ph.: +7(932)614-08-84

Maria V. Pospelova, student, Department «Automated electrical systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: pospelova_2102@mail.ru Ph.: +7(912)211-90-72

Maria D. Cherepanova, student, Department «Electrical engineering and Electrotechnology systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: cherepanovamari@gmail.com Ph.: +7(904)986-73-80

Аннотация: Ежемесячно потребители в квартирах платят за электроприборы в соответствии с потребляемой ими энергией. Данная статья представляет собой описание первых шагов, направленных на развитие и оптимизацию режимов распространенных бытовых устройств, и, как результат, и на финансовые расходы потребителей. Прежде всего, электрические приборы были разделены на 3 группы в соответствии с их режимами работы. Холодильник как представитель группы приборов резко переменной нагрузки, был выбран для основных измерений. Измерение Показателей качества электроэнергии (ПКЭ) и снятие графиков нагрузки осуществлялось с помощью прибора регистратора-анализатора ПКЭ Chauvin Arnoux CA 8335+. Анализ кривых нагрузки и графика расхода средств позволяет рассчитать финансовые затраты в процентах. Эти исследования могут стать основой для дальнейшего исследования в области уменьшения и оптимизации расходов.

Abstract: In modern world each of us has a range of electric appliances, which simplified our daily life, in our house or flat. But what is more all of us are obligated to pay for work of all devices, which means for power they consume. This paper represented first steps aimed to develop and optimize modes of common household devices and as a result our financial expenses. At first all electric appliances were shared to 3 groups according with their modes. Then refrigerator, as a representor of abruptly variable load group, was chosen for main measurements. Measurement of Unified Power Quality Index (UPQI) and reading load curves were accomplished by means of the UPQI logger ChauvinArnouxCA 8335+. Provided load curves and flow chart of funds allow to calculate financial expenses in percent. This research formulates base for following investigation in field of consume and expense optimization.

Ключевые слова: Электроприемники; показатели качества электроэнергии (ПКЭ); повышение энергоэффективности; система электроснабжения; режимы работы; регистратор-анализатор ПКЭ.

Key words: Electroreceivers; Unified Power Quality Index; energy efficiency increase; electrical power supply system; operating modes; logger.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение энергоэффективности в бытовых системах электроснабжения во многом зависит от потребителей электроэнергии [1-7]. Сегодня актуальной задачей является количественное и качественное определение уровня влияния бытовых электроприёмников на энергоэффективность. Решение этой задачи позволит найти подходы к рациональному расходу электроэнергии [1-4]. Получение и анализ характеристик режимов работы электроприёмников и их графиков нагрузки позволит выявить резервы по повышению энергоэффективности и разработать программы по оптимизации платы за потребляемую электроэнергию.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (ПКЭ) И СНЯТИЕ ГРАФИКОВ НАГРУЗКИ

Для решения поставленных задач и определения возможности проведения подобных исследований выполнены начальные изыскания в системах электроснабжения бытовых потребителей (квартира). Измерение показателей качества электроэнергии (ПКЭ) и снятие графиков нагрузки осуществлялось с помощью прибора регистратора-анализатора ПКЭ Chauvin Arnoux SA 8335+.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ ПО ТИПУ НАГРУЗКИ

Перед проведением измерений все бытовые электроприёмники были внесены в реестр и классифицированы на 3 группы, в зависимости от режима работы:

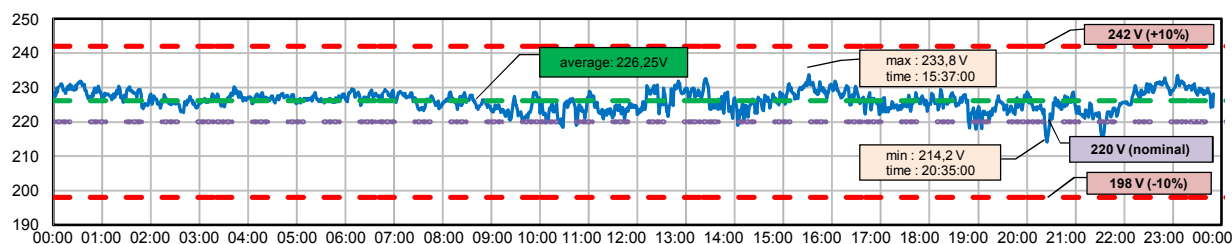
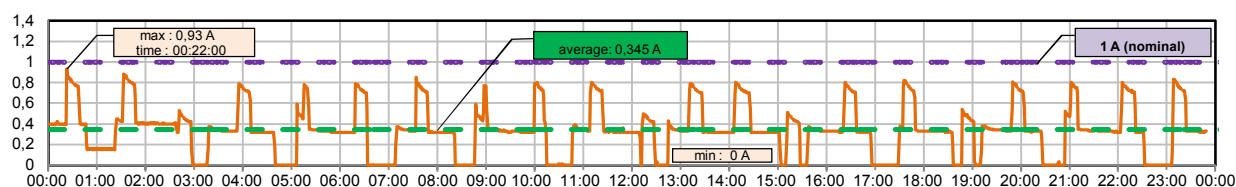
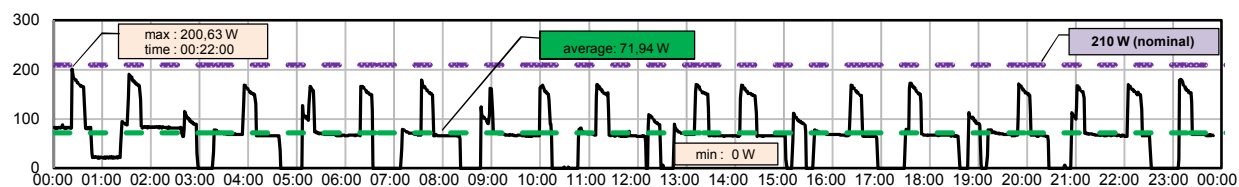
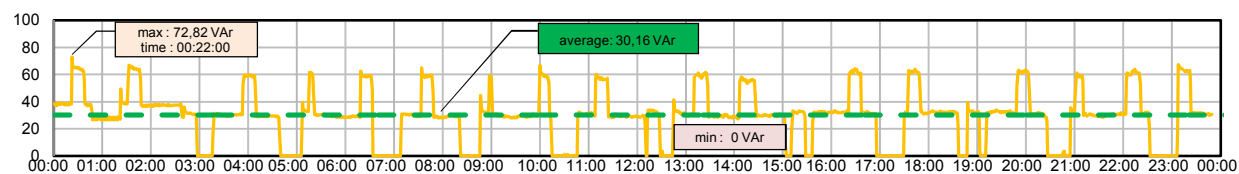
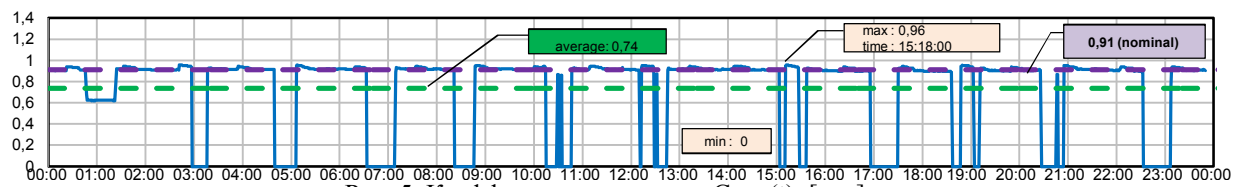
1. Условно-постоянная нагрузка. Приёмники, работающие в режиме с продолжительно неизменной или мало меняющейся нагрузкой (длительный или продолжительный режим работы).
2. Импульсная нагрузка. Приёмники, работающие в режиме кратковременной нагрузки (кратковременный режим работы).
3. Резко-переменная нагрузка. Приёмники, работающие в режиме повторно-кратковременной нагрузки (повторно-кратковременный режим работы).

Согласно перечню бытовых электроприёмников экспериментальной квартиры, большинство приборов работает в режиме кратковременной нагрузки (табл. 1):

Таблица 1

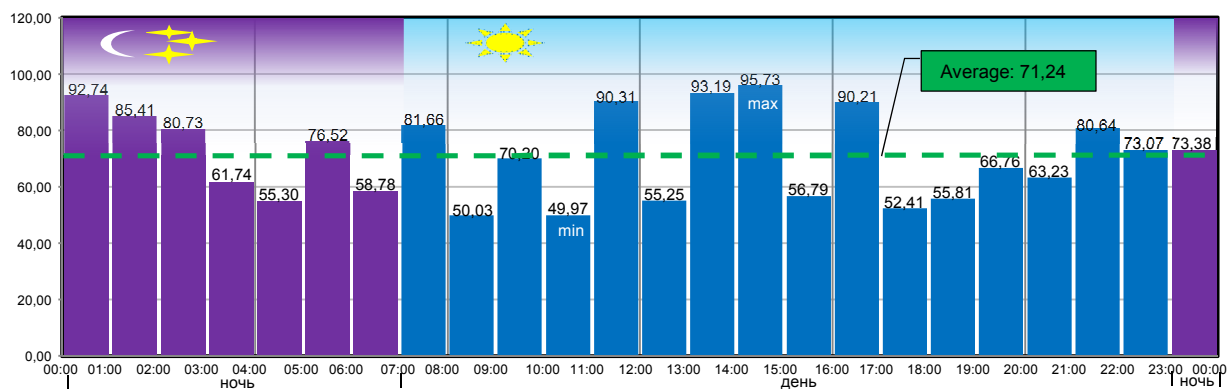
№	Электроприём-ник	Фирма	Модель	Рно м, Вт
Условно-постоянная нагрузка				
1	Телевизор	Panasonic	Viera TX-R32LE7K	144
2	Ноутбук	Asus	A52J	90
3	Ноутбук	Lenovo	Flex 2-14	45
Импульсная нагрузка				
4	Варочная поверхность	Hotpoint-Ariston	7HPC 640 (WH) /HA	7300
5	Микроволно-вая печь	Samsung	CE287DN R	2400
6	Чайник электрический	Scarlett	Tiffany SC-1227	2200
7	Утюг	Eurolux	EL-1316	2000
8	Пылесос	Samsung	VC-5915V	1500
9	Фен	Bosch	PHD5712 CTHM6D	1200
10	Фен	Bosch	PHD 1150	1200
11	МФУ	Canon	LaserBase MF3228	700
12	Мультиварка/пароварка	Panasonic	SR-TMH181	670
13	Блендер	Bosch	ErgoMixx 600W	600
14	Кухонный комбайн	Гамма-7-01	ЭМШ-40/130-7	130
15	Выпрямитель волос	BabyLiss	Slim ST326E	49
16	Выпрямитель волос	Rowenta	SF 6012	39
Резко-переменная нагрузка				
17	Стиральная машина	Bosch	Maxx 5 WLX 16161	2400
18	Электро-духовой шкаф	Hotpoint-Ariston	7OFH 51 (WH) RU/HA	2250
19	Холодильник-морозильник	Ariston	MBA 2200	210

В качестве первого опыта по измерению характеристик и графика нагрузки, а также для разработки стандартных форм протоколов и инфографики выбран прибор из третьей группы электроприёмников: двухкамерный холодильник-морозильник Ariston MBA 2200 мощностью 210 Вт. Время проведения измерений: с 23:30:00 06 января по 0:30:00 08 января 2016 г.. Место проведения измерений: бытовая сеть 220В, жилой дом. Дискретность: 1 с. Результаты измерений параметров его режима работы в течение суток приведены ниже, на рис.1-5

Рис. 1. Напряжение $V(t)$, [В]Рис. 2. Ток $I(t)$, [А]Рис. 3. Активная мощность $P(t)$, [Вт]Рис. 4. Реактивная мощность $Q(t)$, [вар]Рис. 5. Коэффициент мощности $\cos\varphi(t)$, [о.е.]

На основе измерений, выполненных в течение суток (24 часа) с посекундной дискретизацией (86400 измерений), сделаны расчёты и сформированы наглядные графики нагрузки $W(t)$

и суточной стоимости электроэнергии $S(t)$ с общепринятой почасовой дискретностью (см. рис. 6 - 7):

Рис. 6. Суточная нагрузка $W(t)$, [Вт]

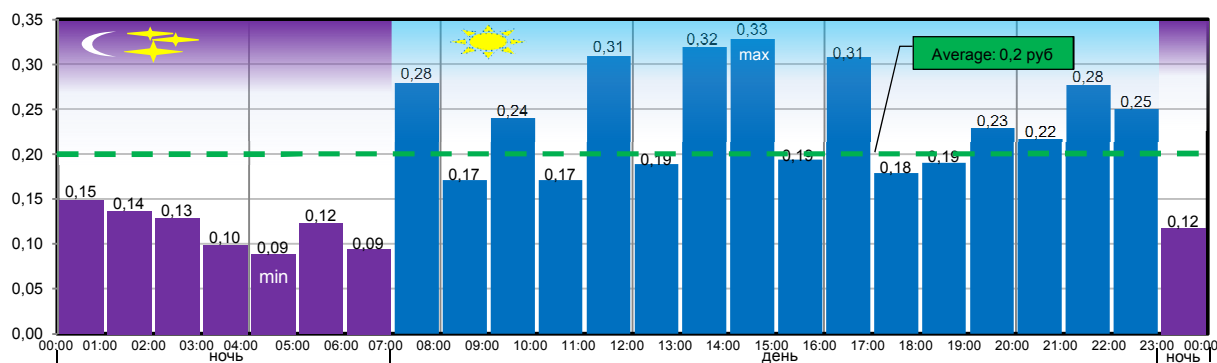


Рис. 7. Суточная стоимость электроэнергии C(t), [руб.]

График нагрузки холодильника наглядно показывает, в какое именно время суток электроприбор преимущественно используется и насколько интенсивно он работает в течение каждого часа. Второй график динамики расхода финансовых средств показывает распределение всей суточной стоимости работы электроприёмника по часам с учётом тарифов на электроэнергию. Из полученных результатов можно видеть, что исследуемый холодильник при номинальной мощности 210 Вт имеет среднесуточную мощность до 72 Вт (класс энергоэффективности A+), что, скорее всего, говорит о его невысоком уровне электропотребления. Суточная стоимость работы такого холодильника как Ariston MBA 2200 за 1 день по тарифам 2016 года составила 5 руб. (табл. 2.):

Таблица 2.

№	Время суток	t, ч	W, кВт*ч	Тариф, руб/кВт*ч	C, руб
1	День (с 7:00 до 23:00)	16	1,13	3,42	3,86
2	Ночь (с 23:00 до 7:00)	8	0,67	1,61	1,08
ИТОГО:		24	1,80	—	4,94

При среднемесячной плате за электроэнергию в объёме 500 руб. стоимость энергии, потреблённой холодильником, работающим как условно-постоянная нагрузка, может составить до 150 руб., что составляет около 30%.

В составе планируемых работ — измерения по 19 электроприёмникам (см. табл. 1). Получение характеристик всех бытовых электроприёмников с учётом осветительной нагрузки на суточных, недельных, месячных и годовых интервалах времени. Это позволит в перспективе определить долю (вес) каждого прибора в суммарном электропотреблении. С учётом режима работы ночь/день станет возможным увидеть динамику расхода (объёмы и скорость) финансовых средств

и разработать соответствующие методические указания по управлению нагрузкой, а в дальнейшем оптимизировать расход электроэнергии и финансов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лохов, С. П., “Оптимизация систем энергоснабжения и режимов энергопотребления экспериментальных жилых домов”, Вестник ЮУрГУ №7(16), 2002, с. 14-15.
2. ГОСТ 12.3.019-80 “Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности”, 1986.
3. Хальясмаа, А. И.; Дмитриев, С. А.; Кокин, С. Е., “Энерго-информационные модели функционирования и развития систем электроснабжения больших городов”, 2013.
4. Ярошко, В. М.; Никишова М. В.; Муляр Е. В., “Задача оптимального распределения суточной нагрузки электропотребителя”, Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета №06, 2004, с. 2-6.
5. Адаричев, Е. Н.; Кокин, С. Е.; Паздерин, А. В., “Пути снижения электропотребления крупного города”, Электрические станции №10, 2009, с. 43-46.
6. Verwers, J.L.; Sovers, J.R., “Challenges of supplying electric power to a large industrial customer in rural areas” Industry Applications, IEEE Transactions on (Volume:36 , Issue: 4), pp. 972-977.
7. Rudnick, H.; Mutale, J.; Chattopadhyay, D.; Saint, R., “Studies in Empowerment: Approaches to Rural Electrification Worldwide”, Power and Energy Magazine, IEEE (Volume:12 , Issue: 4), pp. 35-41.